

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 3 年 2 月 1 8 日
Date of Application:

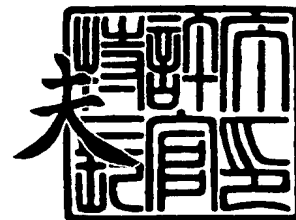
出 願 番 号 特 願 2 0 0 3 - 0 3 9 3 6 1
Application Number:
[ST. 10/C] : [J P 2 0 0 3 - 0 3 9 3 6 1]

出 願 人 本 田 技 研 工 業 株 式 有 限 公 司
Applicant(s):

2 0 0 3 年 1 1 月 1 1 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 H102381001

【提出日】 平成15年 2月18日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 F01N 3/08
B01D 53/94

【発明者】

【住所又は居所】 埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社本田技術研究所内

【氏名】 安井 裕司

【発明者】

【住所又は居所】 埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社本田技術研究所内

【氏名】 岩本 淳

【発明者】

【住所又は居所】 埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社本田技術研究所内

【氏名】 荻原 秀実

【特許出願人】

【識別番号】 000005326

【氏名又は名称】 本田技研工業株式会社

【代理人】

【識別番号】 100095566

【弁理士】

【氏名又は名称】 高橋 友雄

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 059455

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 内燃機関の排気ガス浄化装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 内燃機関の排気通路に設けられ、当該排気通路を流れる排気ガス中の NO_x を還元剤の存在下で浄化する NO_x 選択還元触媒と、

前記排気通路の前記 NO_x 選択還元触媒よりも下流側に設けられ、排気ガス中の NO_x 濃度を検出する NO_x 検出器と、

前記還元剤を前記 NO_x 選択還元触媒に供給する還元剤供給装置と、

前記 NO_x 検出器の検出結果が極値になるように、前記還元剤供給装置による前記 NO_x 選択還元触媒への前記還元剤の供給量を決定する供給量決定手段と、

を備えることを特徴とする内燃機関の排気ガス浄化装置。

【請求項 2】 前記排気通路の前記 NO_x 選択還元触媒よりも上流側に設けられ、排気ガス中の NO_x 濃度を検出する上流側 NO_x 検出器と、

前記内燃機関の排気ガスボリュームを検出する排気ガスボリューム検出手段と、

をさらに備え、

前記供給量決定手段は、

前記上流側 NO_x 検出器の検出結果および前記検出された排気ガスボリュームに応じて、前記 NO_x 選択還元触媒への前記還元剤の基本供給量を決定する基本供給量決定手段と、

前記 NO_x 検出器の検出結果が極値になるように、前記決定された還元剤の基本供給量を補正する補正手段と、

を有することを特徴とする請求項 1 に記載の内燃機関の排気ガス浄化装置。

【請求項 3】 前記内燃機関の燃料を少なくとも原料として前記還元剤を生成する還元剤生成器をさらに備えることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の内燃機関の排気ガス浄化装置。

【請求項 4】 前記還元剤はアンモニアであることを特徴とする請求項 3 に記載の内燃機関の排気ガス浄化装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】**【発明の属する技術分野】**

本発明は、排気通路を流れる排気ガス中の NO_x を、還元剤の存在下で NO_x 選択還元触媒により浄化する内燃機関の排気ガス浄化装置に関する。

【0002】**【従来の技術】**

従来、この種の内燃機関の排気ガス浄化装置として、還元剤としてのアンモニアを、排気通路の上流側から NO_x 選択還元触媒に向かって噴射することにより、排気ガス中の NO_x を浄化するものが、例えば特許文献1に記載されている。この排気ガス浄化装置は、車両に搭載されたディーゼルエンジンに適用されたものであり、アンモニアを生成するアンモニア生成装置と、生成されたアンモニアを排気通路の NO_x 選択還元触媒の上流側に供給するアンモニア供給装置と、これを制御するECUと、排気通路の NO_x 選択還元触媒よりも上流側に設けられ、ECUに接続された NO_x センサなどを備えている。このアンモニア生成装置は、軽油および空気を原料としてアンモニアを生成するものであり、接触分解反応器、酸化反応器およびアンモニア合成反応器などで構成されている。

【0003】

また、アンモニア供給装置は、アンモニア生成装置で生成されたアンモニアを貯蔵するアンモニアボンベと、アンモニアボンベから排気通路に供給されるアンモニア量を制御するための制御弁とを備えている。この排気ガス浄化装置では、ECU2により、 NO_x センサで検出された排気ガス中の NO_x 濃度に基づき、 NO_x 浄化に必要なアンモニアの供給量が決定されるとともに、決定された供給量に基づいて、制御弁の開度が制御される。

【0004】

以上のような排気ガス浄化装置において、 NO_x 選択還元触媒を用いる理由は、 NO_x 吸着触媒または NO_x 吸蔵触媒を用いた場合と比べて、硫黄被毒の度合いが小さく、還元性能が低下しにくいことに加えて、触媒の NO_x 吸着性能（浄化性能）を回復させるために混合気の空燃比をリッチ化するリッチスパイク制御が不要になることで、内燃機関の燃費を向上させることができることによる。

【0005】

【特許文献1】

特公平6-35816号公報（第3～4頁、図1）

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

上記特許文献1に記載された従来の排気ガス浄化装置では、NO_xセンサが、排気通路のNO_x選択還元触媒よりも上流側に設けられているため、NO_x選択還元触媒へのアンモニア供給量は、ディーゼルエンジンから排出された排気ガスのNO_x濃度に基づいて決定されるものの、NO_x選択還元触媒による実際のNO_x浄化状態とは無関係に決定されてしまう。その結果、NO_x選択還元触媒へのアンモニアの供給量が、NO_x選択還元触媒による実際のNO_x浄化状態に応じて適切に決定されないことで、排気ガス特性の悪化を招くおそれがある。

【0007】

この問題を解決する手法として、NO_xセンサを排気通路のNO_x選択還元触媒よりも下流側に設け、その検出結果に基づいて、NO_x選択還元触媒へのアンモニア供給量を決定することが考えられる。しかし、NO_xセンサは一般に、排気ガス中のNO_xだけでなく、アンモニアにも反応する特性を有していることが実験により確認されている。そのため、NO_xセンサを排気通路のNO_x選択還元触媒よりも下流側に設けた場合、NO_x還元において消費されない分のアンモニアが増大すると、NO_x選択還元触媒よりも下流側の排気ガス中のアンモニア濃度が高くなり、それに伴い、NO_xセンサの検出結果は、見かけ上、NO_x濃度が高い状態を示す値となってしまふ。その結果、NO_xセンサにより、排気ガス中のNO_x濃度を適切に検出できなくなることで、NO_x選択還元触媒へのアンモニアの供給量が適切に決定されず、排気ガス特性の悪化を招くおそれがある。

【0008】

本発明は、上記課題を解決するためになされたもので、NO_x選択還元触媒への還元剤の供給量を適切に決定でき、良好な排気ガス特性を確保することができる内燃機関の排気ガス浄化装置を提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】

この目的を達成するために、請求項1に係る内燃機関3の排気ガス浄化装置1は、内燃機関3の排気通路（排気管7）に設けられ、排気通路を流れる排気ガス中の NO_x を還元剤（アンモニア）の存在下で浄化する NO_x 選択還元触媒8と、排気通路の NO_x 選択還元触媒8よりも下流側に設けられ、排気ガス中の NO_x 濃度を検出する NO_x 検出器（ NO_x センサ20）と、還元剤を NO_x 選択還元触媒8に供給する還元剤供給装置（インジェクタ14）と、 NO_x 検出器の検出結果が極値になるように（推定値 $V_{\text{nox}}_\text{hat}$ が極小値 $V_{\text{nox}}_\text{hmin}$ になるように）、還元剤供給装置による NO_x 選択還元触媒8への還元剤の供給量（アンモニア噴射量 T_{inh} ）を決定する供給量決定手段（ECU2、ステップ2, 4, 7, 31, 33, 36）と、を備えることを特徴とする。

【0010】

この内燃機関の排気ガス浄化装置によれば、 NO_x 検出器により、排気通路の NO_x 選択還元触媒よりも下流側における NO_x 濃度が検出され、その検出結果が極値になるように、 NO_x 選択還元触媒への還元剤の供給量が供給量決定手段により決定される。この排気ガス浄化装置において、例えば、還元剤としてアンモニアなどの NO_x 検出器が反応する特性のものを用いた場合、 NO_x 検出器が NO_x 選択還元触媒よりも下流側に配置されているので、 NO_x 選択還元触媒への還元剤の供給量が多すぎると、 NO_x 還元において消費されない分の還元剤が増大することにより、 NO_x 選択還元触媒よりも下流側の排気ガス中の還元剤濃度が高くなり、それに伴い、 NO_x 検出器の検出結果は、見かけ上、 NO_x 濃度が高い状態を示す値となる。一方、 NO_x 選択還元触媒への還元剤の供給量が少なすぎると、 NO_x 選択還元触媒による NO_x の還元性能が低下することで、 NO_x 選択還元触媒よりも下流側の排気ガス中の NO_x 濃度が高くなり、それに伴い、 NO_x 検出器の検出結果は、 NO_x 濃度が高い状態を示す値となる。以上の理由により、 NO_x 検出器の検出結果は、 NO_x 選択還元触媒への還元剤の供給量に対して極値を有する特性を示すことになり、この事実は実験によっても確認されている。したがって、この排気ガス浄化装置によれば、供給量決定手段によ

り、NO_x検出器の検出結果が極値になるように、還元剤の供給量が決定されるので、NO_x選択還元触媒よりも下流側の排気ガス中の還元剤濃度およびNO_x濃度の双方がバランスよく低い値となるように、還元剤の供給量を適切に決定することができる。その結果、良好なNO_x浄化性能を確保することができ、良好な排気ガス特性を確保できる。

【0011】

請求項2に係る発明は、請求項1に記載の内燃機関3の排気ガス浄化装置1において、排気通路のNO_x選択還元触媒8よりも上流側に設けられ、排気ガス中のNO_x濃度を検出する上流側NO_x検出器（第2NO_xセンサ23）と、内燃機関3の排気ガスボリュームV_{ex}を検出する排気ガスボリューム検出手段（吸気管内絶対圧センサ21、クランク角センサ22、ECU2）と、をさらに備え、供給量決定手段は、上流側NO_x検出器の検出結果（検出値V_{nox b}）および検出された排気ガスボリュームV_{ex}に応じて、NO_x選択還元触媒8への還元剤の基本供給量（基本噴射量T_{inh base}）を決定する基本供給量決定手段（ECU2、ステップ34、35）と、NO_x検出器の検出結果が極値になるように（推定値V_{nox hat}が極小値V_{nox hmin}になるように）、決定された還元剤の基本供給量を補正する補正手段（ECU2、ステップ31、33、36）と、を有することを特徴とする。

【0012】

この内燃機関の排気ガス浄化装置によれば、上流側NO_x検出器により、排気通路のNO_x選択還元触媒よりも上流側におけるNO_x濃度が検出され、その検出結果および排気ガスボリュームに応じて、NO_x選択還元触媒への還元剤の基本供給量が決定される。例えば、還元剤としてアンモニアなどのNO_x検出器および上流側NO_x検出器が反応する特性のものをを用いた場合でも、上流側NO_x検出器を還元剤がNO_x選択還元触媒に供給される位置よりも上流側に配置することにより、還元剤の影響を受けることなく、排気ガス中のNO_x濃度のみを精度よく検出でき、それにより、NO_x選択還元触媒への還元剤の基本供給量を、排気ガス中のNO_x濃度のみに応じて適切に決定することができる。さらに、このように決定された基本供給量が、NO_x選択還元触媒よりも下流側に設けられ

たNO_x検出器の検出結果が極値になるように、補正手段により補正されるので、前述したように、NO_x選択還元触媒よりも下流側の排気ガス中の還元剤濃度およびNO_x濃度の双方がバランスよく低い値となるように、還元剤の供給量を適切に決定することができる。以上により、NO_x選択還元触媒への還元剤供給量を精度よく適切に決定でき、NO_x浄化性能をさらに向上させることができる（なお、本明細書では、「排気ガスボリュームの検出」は、センサにより排気ガスボリュームを検出することに限らず、プログラムにより排気ガスボリュームを算出することを含む）。

【0013】

請求項3に係る発明は、請求項1または2に記載の内燃機関3の排気ガス浄化装置1において、内燃機関3の燃料（ガソリン）を少なくとも原料として還元剤（アンモニア）を生成する還元剤生成器（アンモニア生成器10）をさらに備えることを特徴とする。

【0014】

この内燃機関の排気ガス浄化装置によれば、還元剤生成器により、還元剤が内燃機関の燃料を少なくとも原料として生成されるので、燃料のみを原料とする還元剤、または燃料と空気を原料とする還元剤などを用いることにより、燃料を補給するだけで還元剤を生成することが可能となり、還元剤の補給を省略できるとともに、還元剤補給用のインフラストラクチャを省略することができる。その結果、利便性および商品性を向上させることができる。

【0015】

請求項4に係る発明は、請求項3に記載の内燃機関3の排気ガス浄化装置1において、還元剤はアンモニアであることを特徴とする。

【0016】

この内燃機関の排気ガス浄化装置によれば、還元剤がアンモニアであるので、内燃機関の燃料として一般的なガソリンまたは軽油を原料として、還元剤を生成することができる。

【0017】

【発明の実施の形態】

以下、図面を参照しながら、本発明の第1実施形態に係る内燃機関の排気ガス浄化装置について説明する。図1は、本実施形態の排気ガス浄化装置1およびこれを適用した内燃機関（以下「エンジン」という）3の概略構成を示している。同図に示すように、この排気ガス浄化装置1は、ECU2と、アンモニアを生成するアンモニア生成器10と、アンモニア噴射用のインジェクタ14などを備えており、このECU2は、後述するように、インジェクタ14によるアンモニア(NH_3)の噴射量を制御する。

【0018】

エンジン3は、リーンバーン運転方式のガソリンエンジンであり、図示しない車両に搭載されている。このエンジン3の吸気管4の途中には、燃料噴射用のインジェクタ5が設けられており、このインジェクタ5は、燃料供給路6aを介して燃料タンク6に接続されている。このインジェクタ5の開弁時間すなわち燃料噴射量はECU2によって制御される。

【0019】

一方、エンジン3の排気管7の途中には、上流側から順に、 NO_x 選択還元触媒8および酸化還元触媒9が設けられている。この NO_x 選択還元触媒8は、還元剤としてのアンモニアが存在する雰囲気下で、排気ガス中の窒素酸化物(NO_x)を選択的に還元するものであり、例えばバナジウム・タングステン・チタン系触媒で構成されている。また、酸化還元触媒9は、いわゆる3元触媒で構成されており、排気ガス中の NO_x 、CO（一酸化炭素）およびHC（炭化水素）を浄化する。

【0020】

また、排気管7の NO_x 選択還元触媒8と酸化還元触媒9の間には、 NO_x センサ20が設けられている。この NO_x センサ20（ NO_x 検出器）は、 NO_x 選択還元触媒8を通過した排気ガス中の NO_x 濃度を検出し、それを表す検出信号をECU2に出力する。この NO_x センサ20は、そのセンサ素子内に第1および第2の室、酸素ポンピング電極および酸素濃度検出電極（いずれも図示せず）などを有する、いわゆる限界電流式のものであり、第1室において、排気ガス中の酸素濃度を低下させた後、その酸素濃度の低下した排気ガスを第2室に流入

させ、排気ガス中の NO_x を分解するとともに、その際に発生する酸素濃度に基づいて、排気ガス中の NO_x 濃度を検出する。

【0021】

また、還元剤生成器としてのアンモニア生成器10は、燃料供給路6bを介して燃料タンク6に接続され、アンモニア供給路15を介してインジェクタ14に接続されている。図2に示すように、アンモニア生成器10は、酸素富化膜11、マイクロリアクタ12およびリアクタ13などを備えている。

【0022】

酸素富化膜11は、これに流入した空気を、高濃度の窒素ガス（窒素富化ガス）と高濃度の酸素ガス（酸素富化ガス）とに分離するものであり、吸気管4のスロットル弁（図示せず）よりも上流側に設けられている。この酸素富化膜11により生成された酸素ガスは、マイクロリアクタ12に供給され、窒素ガスは、リアクタ13に供給される。

【0023】

また、マイクロリアクタ12は、燃料タンク6から供給されるガソリンを改質することで、高濃度の水素ガスを生成するものである。具体的には、ロジウム系触媒を用い、ガソリンを酸素富化膜11から供給される酸素ガスに反応させる部分酸化反応と、ガソリンを水蒸気に反応させる水蒸気改質反応と、を同時に発生させるオートサーマルリフォーミング（autothermal reforming）により、水素および一酸化炭素の混成ガスが生成され、さらに、この混成ガスをシフト反応させることにより、高濃度の水素ガスが生成される。このように生成された水素ガスは、リアクタ13に供給される。

【0024】

さらに、リアクタ13は、ルテニウム系触媒を介した気相合成により、アンモニアを生成する。すなわち、酸素富化膜11からの窒素ガスと、マイクロリアクタ12からの水素ガスとを気相合成させることにより、アンモニアを生成する。以上のように、アンモニア生成器10では、ガソリンおよび空気を原料として、アンモニアが生成される。また、アンモニア生成器10により生成されたアンモニアは、アンモニア供給路15を介してインジェクタ14に加圧状態で供給され

る。

【0025】

一方、インジェクタ14（還元剤供給装置）は、排気管7（排気通路）のNO_x選択還元触媒8よりも上流側に設けられており、ECU2からの駆動信号によって駆動されることにより、アンモニアをNO_x選択還元触媒8に向かって排気管7内に噴射する。このインジェクタ14の開弁時間すなわちアンモニア噴射量T_{inh}（還元剤の供給量）は、後述するように、ECU2で算出される。

【0026】

また、ECU2には、吸気管内絶対圧センサ21およびクランク角センサ22が電氣的に接続されている。この吸気管内絶対圧センサ21（排気ガスボリューム検出手段）は、半導体圧力センサなどで構成され、吸気管4のインジェクタ5よりも上流側に設けられており、吸気管4内の絶対圧である吸気管内絶対圧P_{BA}を検出して、その検出信号をECU2に出力する。

【0027】

さらに、クランク角センサ22（排気ガスボリューム検出手段）は、マグネットロータおよびMREピックアップ（いずれも図示せず）を組み合わせて構成されており、図示しないクランクシャフトの回転に伴い、いずれもパルス信号であるCRK信号およびTDC信号をECU2に出力する。

【0028】

このCRK信号は、所定のクランク角（例えば30°）ごとに1パルスが出力され、ECU2は、このCRK信号に基づき、エンジン3のエンジン回転数NEを算出する。また、TDC信号は、各気筒のピストン（図示せず）が吸入行程開始時のTDC（上死点）付近の所定クランク角度位置にあることを表す信号であり、所定のクランク角（例えば4気筒エンジンでは180°）ごとに1パルスが出力される。

【0029】

一方、ECU2（供給量決定手段、排気ガスボリューム検出手段、基本供給量決定手段、補正手段）は、CPU、RAM、ROMおよびI/Oインターフェースなどからなるマイクロコンピュータで構成されている。ECU2は、前述した

各種のセンサ 20～22 の検出信号に応じて、後述するように、インジェクタ 14 のアンモニア噴射量 T_{inh} を制御する。また、ECU 2 は、エンジン 3 の運転状態に応じて、エンジン 3 に供給すべき混合気の目標空燃比 A/F を算出するとともに、混合気の空燃比が目標空燃比 A/F になるように、インジェクタ 5 による燃料噴射量を制御する。

【0030】

図 3 に示すように、排気ガス浄化装置 1 は、補正係数算出部 2a、排気ガスボリューム算出部 2b およびアンモニア噴射量算出部 2c などを用意しており、これらはいずれも、具体的には ECU 2 により構成されている。この補正係数算出部 2a では、後述するアルゴリズムにより、NO_x センサ 20 の検出信号の値である検出値 V_{nox} (検出結果) に基づいて、補正係数 K_{bt} が算出される。

【0031】

また、排気ガスボリューム算出部 2b では、下式 (1) により、排気ガスボリューム V_{ex} が算出される。

$$V_{ex} = (NE / 1500) \cdot PBA \cdot SVPR A \quad \dots\dots (1)$$

ここで、SVPR A は、エンジン 3 の排気量によって予め決定される所定の係数である。

【0032】

さらに、アンモニア噴射量算出部 2c では、上記排気ガスボリューム V_{ex} および混合気の目標空燃比 A/F に応じて、後述する図 8 のマップを検索することにより、基本噴射量 T_{inh_base} (還元剤の基本供給量) が算出され、この基本噴射量 T_{inh_base} および上記補正係数 K_{bt} を用い、下式 (2) により、アンモニア噴射量 T_{inh} が算出される。

$$T_{inh}(k) = T_{inh_base}(k) \cdot K_{bt}(k) \quad \dots\dots (2)$$

ここで、 k は離散化した時間を表しており、記号 (k) 付きの各離散データは、所定時間毎にサンプリングされたデータであることを示している。この点は、以下の離散データ (時系列データ) においても同様である。

【0033】

次に、上記補正係数算出部 2a における、補正係数 K_{bt} を算出するアルゴリ

ズムについて説明する。図4 (a) は、NO_x 選択還元触媒 8 へのアンモニアの供給量であるアンモニア噴射量 T_{inh} を変化させた場合における、NO_x センサ 20 の検出値 V_{nox} の測定例を表しており、同図において、NO_x センサ 20 の検出値 V_{nox} は、これが大きいほど、排気ガス中の NO_x 濃度が高いことを表している。また、図4 (b) は、アンモニア噴射量 T_{inh} を変化させた場合における、NO_x 選択還元触媒 8 よりも下流側の排気ガス中の NO_x 濃度およびアンモニア濃度の測定例を示している。

【0034】

図4 (a) に示すように、検出値 V_{nox} は、アンモニア噴射量 T_{inh} が所定値 T_{inh1} のときに極小値 V_{min} を示すとともに、アンモニア噴射量 T_{inh} が所定値 T_{inh1} より大きいほどまたはより小さいほど、大きい値を示すことが判る。これは以下の理由による。すなわち、NO_x センサ 20 は一般に、排気ガス中の NO_x だけでなく、アンモニアにも反応する特性を有している。そのため、図4 (b) に示すように、アンモニア噴射量 T_{inh} が多すぎると、NO_x 還元において消費されない分のアンモニアが増大することにより、NO_x 選択還元触媒 8 よりも下流側の排気ガス中のアンモニア濃度が高くなり、それに伴い、検出値 V_{nox} は、見かけ上、より大きな値すなわち NO_x 濃度が高い状態を示す値となる。一方、アンモニア噴射量 T_{inh} が少なすぎると、NO_x 選択還元触媒 8 による NO_x の還元性能が低下することで、NO_x 選択還元触媒 8 よりも下流側の排気ガス中の NO_x 濃度が高くなり、それに伴い、検出値 V_{nox} は、NO_x 濃度が高い状態を示す値となる。

【0035】

以上のように、NO_x センサ 20 の検出値 V_{nox} は、NO_x 濃度だけでなくアンモニア濃度の影響を受けるので、アンモニア噴射量 T_{inh} を、検出値 V_{nox} に基づく一般的なフィードバック制御手法で制御したとしても、NO_x 濃度を適切に制御できない。NO_x センサ 20 の上記特性を考慮すると、検出値 V_{nox} が極小値となるように、アンモニア噴射量 T_{inh} を設定すれば、NO_x 濃度を最適に制御できることが判る。さらに、本実施形態では、アンモニア噴射量 T_{inh} の基本噴射量 T_{inh_base} が、排気ガスボリューム V_{ex} に基づ

いて算出されるため、アンモニア噴射量 T_{inh} も排気ガスボリューム V_{ex} の変化に伴って変化すると同時に、 NO_x 選択還元触媒 8 の浄化状態、言い換えれば、 NO_x 選択還元触媒 8 で浄化された排気ガス中の NO_x およびアンモニアの最適な比率も、排気ガスボリューム V_{ex} に応じて変化する。そのため、アンモニア噴射量 T_{inh} を補正するための補正係数 K_{bt} も、排気ガスボリューム V_{ex} の影響により変化することになる。この理由により、 NO_x センサ 20 の検出値 V_{nox} は、補正係数 K_{bt} に対して図 5 (a) にハッチングで表す範囲の値を示すことが実験により確認された。すなわち、 NO_x センサ 20 の検出値 V_{nox} においては、これを従属変数とし、補正係数 K_{bt} を独立変数とする 2 次式 (回帰式) により検出値 V_{nox} の近似値すなわち推定値を算出できることが判る (図 5 (b) 参照)。

【0036】

したがって、本実施形態の補正係数算出部 2a では、 NO_x センサ 20 の検出値の推定値 $V_{nox_hat}(k)$ を、図 6 の式 (3) に示す 2 次の回帰式により算出される値として定義するとともに、同式 (3) における回帰係数 A 、 B および定数項 C のベクトル (以下「回帰係数ベクトル」という) $\theta(k)$ を、図 6 の式 (4) ~ (10) に示す逐次型最小 2 乗法により算出する。この式 (3) において、 d は、各気筒から排出された排気ガスが NO_x センサ 20 に到達するまでのむだ時間を表しており、本実施形態では、所定の一定値 (例えば 1 燃焼サイクルに相当する値) に予め設定される。なお、むだ時間 d をエンジン 3 の運転状態 (エンジン回転数 NE など) に応じて設定してもよい。

【0037】

また、図 6 の式 (4) において、 $KP(k)$ はゲイン係数のベクトルを、 $ide(k)$ は誤差をそれぞれ表している。また、この $ide(k)$ は、図 6 の式 (6) ~ (8) により算出される。この式 (7) の $\xi(k)$ は、式 (8) のように定義される補正係数のベクトルである。さらに、上記ゲイン係数のベクトル $KP(k)$ は、図 6 の式 (9) により算出され、この式 (9) の $P(k)$ は、図 6 の式 (10) で定義される 3 次の正方行列である。

【0038】

以上の式(4)～(10)に示すアルゴリズムにより、回帰係数ベクトル $\theta(k)$ は、誤差 $ide(k)$ が値0に収束するように算出される。すなわち、推定値 $V_{nox_hat}(k)$ が NO_x センサ20の検出値 V_{nox} に収束するように、回帰係数ベクトル $\theta(k)$ が算出される。

【0039】

また、推定値 $V_{nox_hat}(k)$ は、上記式(3)の2次式により算出されるので、補正係数 $K_{bt}(k-d)$ が所定値 $K_{bt_op} [= -B / (2A)]$ のときに、極小値 V_{nox_hmin} を示すことになる(図5(b)参照)。したがって、本実施形態では、推定値 $V_{nox_hat}(k)$ がその極小値 V_{nox_hmin} になるように、補正係数の今回値 $K_{bt}(k)$ を下式(11)により算出する。なお、下式(11)の回帰係数 A 、 B の値としては、離散時間 $k-d$ のタイミングで算出された値を用いる。

$$K_{bt}(k) = K_{bt_op}(k-d) = -B / (2A) \quad \dots\dots (11)$$

【0040】

以下、ECU2により実行されるアンモニア噴射量制御について、図7～図9を参照しながら説明する。なお、以下の説明では、今回値であることを示す記号 (k) を適宜、省略する。図7は、この制御処理のメインルーチンを示しており、本処理は、TDC信号の入力に同期して割り込み実行される。この処理では、以下に述べるように、アンモニア噴射量 T_{inh} が算出される。

【0041】

まず、ステップ1(図では「S1」と略す。以下同じ)において、前述した各種のセンサ20～22の出力を読み込むとともに、読み込んだデータをRAM内に記憶する。次に、ステップ2に進み、後述するように回帰係数ベクトル θ を算出する。

【0042】

次いで、ステップ3に進み、インジェクタ14によるアンモニア噴射の実行条件が成立しているか否かを判別する。この判別は、具体的には、エンジン3の運転状態(エンジン回転数 NE および吸気管内絶対圧 PBA など)に基づいて実行される。この判別結果が YES で、アンモニア噴射の実行条件が成立していると

きには、ステップ4に進み、前述した式(11)により、補正係数 K_{bt} を算出する。

【0043】

次いで、ステップ5に進み、前述した式(1)により、排気ガスボリューム V_{ex} を算出する。この後、ステップ6に進み、上記ステップ5で算出した排気ガスボリューム V_{ex} および混合気の目標空燃比 A/F に応じて、図8に示すマップを検索することにより、基本噴射量 T_{inh_base} を算出する。このマップでは、3つの排気ガスボリューム V_{ex} の所定値 $V_{ex1} \sim V_{ex3}$ は、 $V_{ex3} < V_{ex2} < V_{ex1}$ の関係で設定されている。すなわち、基本噴射量 T_{inh_base} は、排気ガスボリューム V_{ex} が大きいほど、より大きな値に設定されている。これは、排気ガスボリューム V_{ex} が大きいほど、排気ガス中の総 NO_x 量が大きくなることによる。また、基本噴射量 T_{inh_base} は、目標空燃比 A/F に対して、これが理論空燃比よりもリーン側の所定値 A/F_1 (例えば値16.0)のときに最も大きい値になるように設定されている。これは、目標空燃比 A/F が理論空燃比よりもリーン側の所定値 A/F_1 のときに、排気ガス中の総 NO_x 量が最も大きくなることによる。

【0044】

次に、ステップ7に進み、ステップ4、6で算出した補正係数 K_{bt} および基本噴射量 T_{inh_base} を用い、前述した式(2)により、アンモニア噴射量 T_{inh} を算出した後、本処理を終了する。

【0045】

一方、ステップ3の判別結果が NO で、アンモニア噴射の実行条件が不成立であるときには、ステップ8に進み、アンモニア噴射量 T_{inh} を値0に設定した後、本処理を終了する。

【0046】

次に、図9を参照しながら、前述したステップ2の回帰係数ベクトル θ の算出処理について説明する。この処理では、まず、ステップ10において、RAMに記憶されている、前回のループでの回帰係数ベクトルの算出値 θ を、その前回値 $PRV\theta [= \theta(k-1)]$ として設定する。

【0047】

次いで、ステップ11に進み、回帰係数ベクトル θ の算出条件が成立しているか否かを判別する。この判別は、具体的には、エンジン3の運転状態（例えばエンジン回転数NEおよび吸気管内絶対圧PBAなど）に基づいて実行される。この判別結果がYESで、回帰係数ベクトル θ の算出条件が成立しているときには、ステップ12に進み、前述した式(8)により、補正係数のベクトル ξ を算出した後、ステップ13で、前述した式(7)により、推定値 V_{nox_hat} を算出する。

【0048】

次に、ステップ14に進み、前述した式(6)により、誤差ideを算出した後、ステップ15で、RAMに記憶されている、前回のループでの正方行列の次回値 $NEXP [= P(k+1)]$ の算出値を、その今回値Pとして設定する。

【0049】

次いで、ステップ16に進み、前述した式(9)により、ゲイン係数のベクトルKPを算出した後、ステップ17に進み、前述した式(4)により、回帰係数ベクトル θ を算出する。

【0050】

次に、ステップ18に進み、前述した式(10)により、正方行列の次回値NEXPを算出した後、本処理を終了する。

【0051】

一方、ステップ11の判別結果がNOで、回帰係数ベクトル θ の算出条件が不成立であるときには、ステップ19に進み、回帰係数ベクトルの前回値PRV θ を、今回値 θ として設定した後、本処理を終了する。

【0052】

以上のような本実施形態の排気ガス浄化装置1によれば、アンモニア生成器10により生成されたアンモニアが、インジェクタ14を介してNOx選択還元触媒8に供給されるので、アンモニアおよびNOx選択還元触媒8の協働により、排気ガス中のNOxが還元され、浄化される。その際、NOx選択還元触媒8へのアンモニアの供給量であるアンモニア噴射量Tin h が、NOxセンサ20の

検出値の推定値 $V_{nox_hat}(k)$ が極小値 V_{nox_hmin} になるように算出され、かつ推定値 $V_{nox_hat}(k)$ が検出値 V_{nox} に収束するように算出されるので、前述した理由により、 NO_x 選択還元触媒 8 よりも下流側の排気ガス中のアンモニア濃度および NO_x 濃度の双方がバランスよく低い値となるように、アンモニア噴射量 T_{inh} を適切に算出することができる。その結果、良好な NO_x 浄化性能を確保することができ、良好な排気ガス特性を確保できる。また、アンモニア生成器 10 において、アンモニアが燃料（ガソリン）および空気を原料として生成されるので、燃料を補給するだけで還元剤としてのアンモニアを生成することができ、還元剤の補給を省略できるとともに、還元剤補給用のインフラストラクチャを省略することができる。その結果、利便性および商品性を向上させることができる。

【0053】

次に、本発明の第 2 実施形態に係る排気ガス浄化装置について説明する。この排気ガス浄化装置 1 は、前述した第 1 実施形態の排気ガス浄化装置 1 と比べると、図 10 に示すように、 NO_x センサ 20 に加えて、第 2 NO_x センサ 23（上流側 NO_x 検出器）が排気管 7 に設けられている点のみが異なっており、それ以外は同様に構成されている。したがって、以下、異なる点を中心に説明するとともに、第 1 実施形態と同じ構成要素については、同一の参照番号を付し、その説明は適宜、省略する。

【0054】

この第 2 NO_x センサ 23 は、 NO_x センサ 20 と同様の限界電流式のものであり、排気ガス中の NO_x 濃度を検出して、その検出信号を ECU 2 に出力する。また、第 2 NO_x センサ 23 は、アンモニア噴射用のインジェクタ 14 から噴射されたアンモニアの影響を受けることなく、エンジン 3 から排出された NO_x の濃度のみを検出できるように、排気管 7 のインジェクタ 14 よりも上流側に設けられている。ECU 2 は、この第 2 NO_x センサ 23 の検出信号の値である検出値 $V_{nox\ b}$ （検出結果）に応じて、後述するように、基本噴射量 T_{inh_base} を算出する。

【0055】

また、この排気ガス浄化装置 1 では、アンモニア噴射量 T_{inh} は、図 11 に示すアンモニア噴射制御処理により算出される。同図に示すように、この処理では、ステップ 35、36 以外の各ステップは、前述した図 7 のステップ 1～5、8 と同様に構成されているので、以下、ステップ 35、36 を中心に説明する。

【0056】

この処理では、ステップ 34 で、前述したように排気ガスボリューム V_{ex} を算出した後、ステップ 35 に進み、ステップ 34 で算出した排気ガスボリューム V_{ex} および第 2 NO_x センサ 23 の検出値 $V_{nox b}$ に応じて、図 12 に示すマップを検索することにより、基本噴射量 T_{inh_base} を算出する。このマップでは、3 つの検出値 $V_{nox b}$ の所定値 $V_{nox b1} \sim V_{nox b3}$ は、 $V_{nox b3} < V_{nox b2} < V_{nox b1}$ の関係で設定されている。すなわち、このマップでは、基本噴射量 T_{inh_base} は、第 2 NO_x センサ 23 の検出値 $V_{nox b}$ が大きいほど、言い換えればエンジン 3 から排出された排気ガス中の NO_x 濃度が高いほど、NO_x 還元能力を高めるために、より大きな値に設定されている。また、このマップでは、前述した理由により、基本噴射量 T_{inh_base} は、排気ガスボリューム V_{ex} が大きいほど、より大きな値に設定されている。

【0057】

次いで、ステップ 37 に進み、前述した式 (2) により、アンモニア噴射量 T_{inh} を算出した後、本処理を終了する。

【0058】

以上のような第 2 実施形態の排気ガス浄化装置 1 によれば、補正係数 K_{bt} が、第 1 実施形態の排気ガス浄化装置 1 と同様の手法により算出されるとともに、基本噴射量 T_{inh_base} が、第 2 NO_x センサ 23 の検出値 $V_{nox b}$ および排気ガスボリューム V_{ex} に応じて算出されるので、エンジン 3 から排出された排気ガス中の NO_x 濃度と、NO_x 選択還元触媒 8 によって浄化された排気ガス中の NO_x 濃度およびアンモニア濃度とに応じて、アンモニア噴射量 T_{inh} をより精度よく制御でき、その結果、排気ガス中の NO_x をより効果的に低減できる。また、第 1 実施形態の排気ガス浄化装置 1 と同様に、燃料を補給するだ

けで還元剤としてのアンモニアを生成することができ、還元剤の補給を省略できるとともに、還元剤補給用のインフラストラクチャを省略することができる。

【0059】

なお、以上の各実施形態は、還元剤としてアンモニアを用いた例であるが、還元剤は、これに限らず、内燃機関の燃料を少なくとも原料として生成可能なものであればよい。例えば、ガソリン、軽油またはメタノールなどを燃料とする内燃機関において、燃料から生成した炭化水素またはアルデヒドなどを還元剤として用いてもよい。

【0060】

さらに、NO_x選択還元触媒 8 に供給すべきアンモニアを確保する手法は、アンモニア生成器 10 を用いる各実施形態の例に限らないことは言うまでもない。例えば、アンモニア生成器 10 に代えて、図 1 および図 10 に 2 点鎖線で示すように、アンモニア貯蔵用のアンモニアタンク 17 をエンジン 3 に設け、これから NO_x 選択還元触媒 8 にアンモニアを供給してもよい。この場合、アンモニアタンク 17 内のアンモニア貯蔵量が低下したときには、アンモニアを外部から補充すればよい。また、アンモニア生成器 10 およびアンモニアタンク 17 の両者をエンジン 3 に設け、前者が生成したアンモニアを後者に貯蔵するとともに、必要に応じて後者から NO_x 選択還元触媒 8 にアンモニアを供給してもよい。

【0061】

また、本発明の排気ガス浄化装置 1 は、実施形態の車両用の内燃機関に限らず、それ以外の内燃機関に適用可能であることは言うまでもない。例えば、船舶用の内燃機関や発電用の内燃機関にも適用可能である。さらに、本発明の排気ガス浄化装置 1 を、実施形態のガソリンエンジンに限らず、ディーゼルエンジンに適用してもよいことは言うまでもない。

【0062】

さらに、NO_x 検出器は、実施形態の限界電流式の NO_x センサ 20, 23 に限らず、半導体式の NO_x センサまたは表面電位式の NO_x センサなどの排気ガス中の NO_x 濃度を検出できるものであればよい。さらに、実施形態では、NO_x 検出器として、NO_x 濃度またはアンモニア濃度が高いほど、検出値 V_{no_x}

がより大きい値を示す特性の NO_x センサ20を用いたが、これに代えて、 NO_x 濃度またはアンモニア濃度が高いほど、検出値 V_{nox} がより小さい値を示す特性の NO_x センサを用いてもよい。その場合には、推定値 $V_{\text{nox_hat}}(k)$ が極大値になるように、補正係数 K_{bt} を算出すればよい。

【0063】

【発明の効果】

以上のように、本発明の内燃機関の排気ガス浄化装置によれば、 NO_x 選択還元触媒への還元剤の供給量を適切に決定でき、良好な排気ガス特性を確保することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の第1実施形態に係る排気ガス浄化装置およびこれを適用した内燃機関の概略構成を示す図である。

【図2】

排気ガス浄化装置のアンモニア生成器の概略構成を示す図である。

【図3】

排気ガス浄化装置の概略構成を示すブロック図である。

【図4】

(a) アンモニア噴射量 T_{inh} を変化させた場合における検出値 V_{nox} の測定例を示す図と (b) NO_x 選択還元触媒を通過した排気ガス中のアンモニア濃度および窒素酸化物濃度の測定例を示す図である。

【図5】

(a) 補正係数 K_{bt} と検出値 V_{nox} との関係を示す図と (b) 補正係数 K_{bt} と、検出値 V_{nox} およびその推定値 $V_{\text{nox_hat}}$ との関係を示す図である。

【図6】

推定値 $V_{\text{nox_hat}}$ の算出式およびその回帰係数ベクトル θ の算出アルゴリズムを説明するための数式を示す図である。

【図7】

排気ガス浄化装置におけるアンモニア噴射制御処理を示すフローチャートである。

【図 8】

図 7 のステップ 6 で基本噴射量 T_{inh_base} の算出に用いるマップの一例を示す図である。

【図 9】

図 7 のステップ 2 における回帰係数ベクトル θ の算出処理を示すフローチャートである。

【図 10】

第 2 実施形態に係る排気ガス浄化装置およびこれを適用した内燃機関の概略構成を示す図である。

【図 11】

第 2 実施形態の排気ガス浄化装置におけるアンモニア噴射制御処理を示すフローチャートである。

【図 12】

図 11 のステップ 35 で基本噴射量 T_{inh_base} の算出に用いるマップの一例を示す図である。

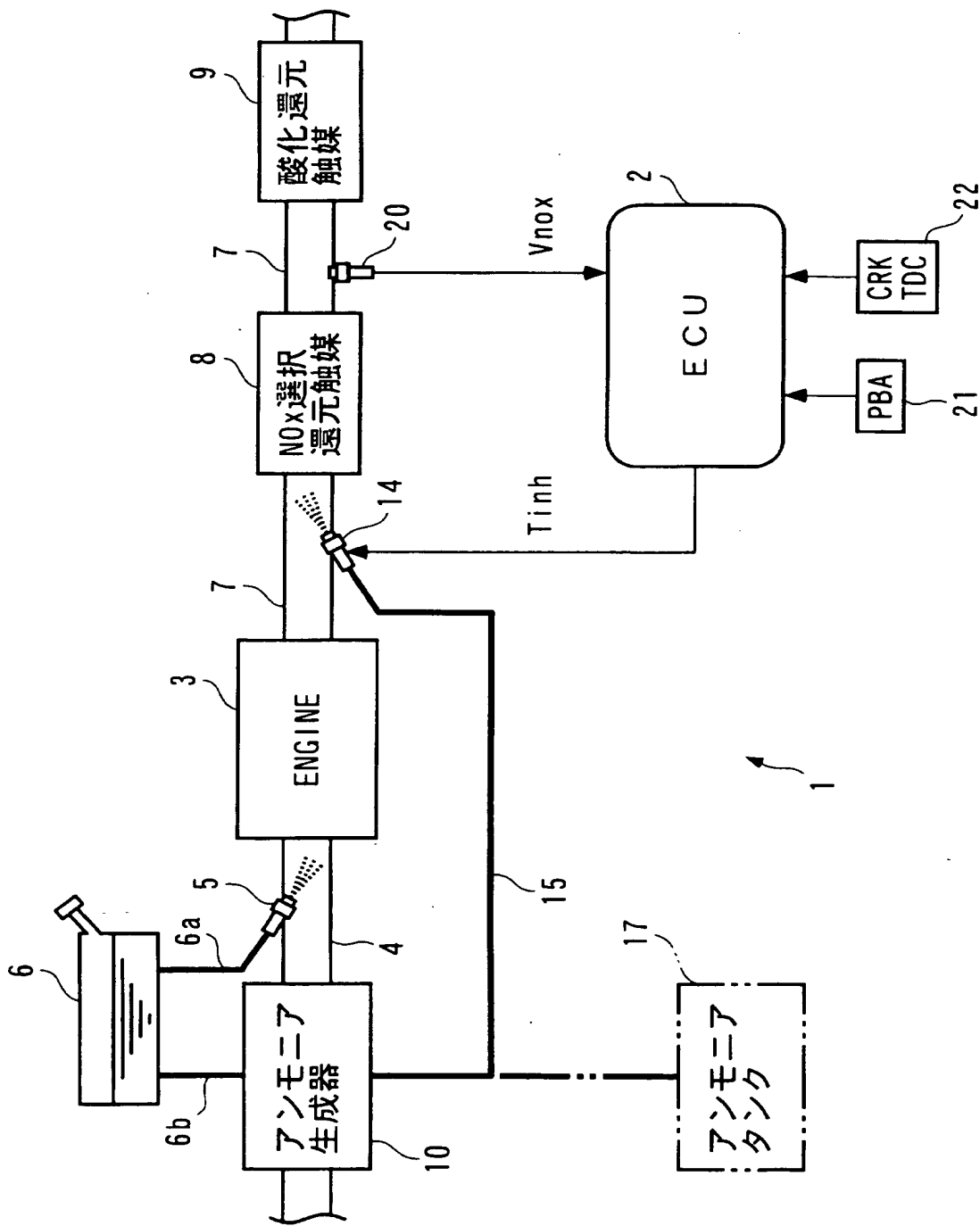
【符号の説明】

- 1 排気ガス浄化装置
- 2 ECU（供給量決定手段、排気ガスボリューム検出手段、基本供給量決定手段、補正手段）
- 3 内燃機関
- 7 排気管（排気通路）
- 8 NO_x 選択還元触媒
- 10 アンモニア生成器（還元剤生成器）
- 14 インジェクタ（還元剤供給装置）
- 20 NO_x センサ（NO_x 検出器）
- 21 吸気管内絶対圧センサ（排気ガスボリューム検出手段）
- 22 クランク角センサ（排気ガスボリューム検出手段）

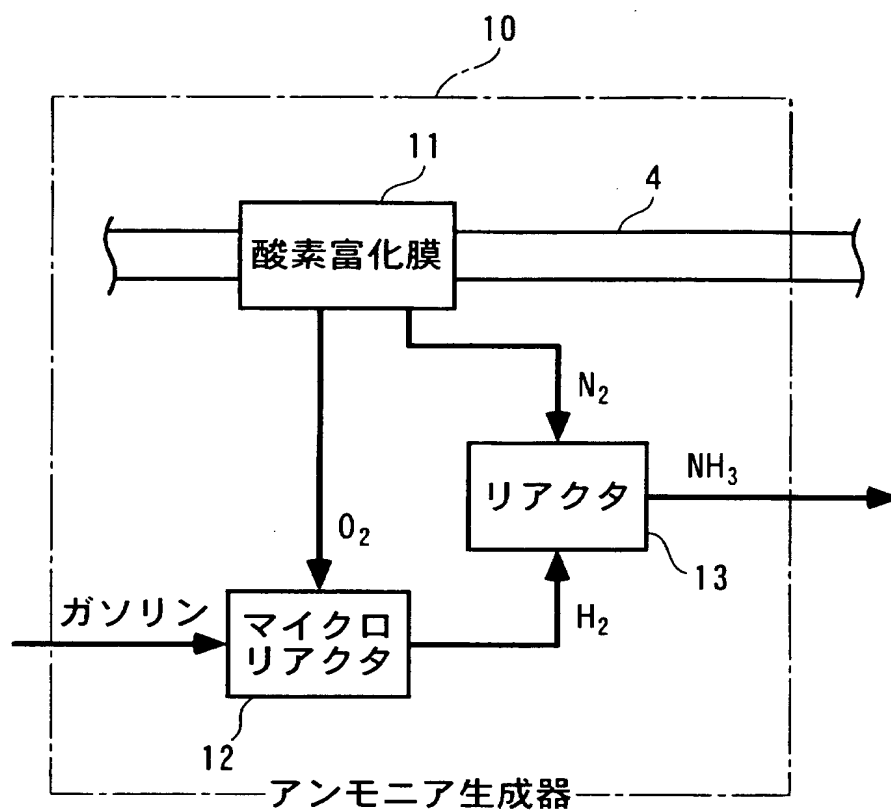
2 3	第 2 N O x センサ（上流側 N O x 検出器）
Tinh	アンモニア噴射量（還元剤の供給量）
Tinh_base	基本噴射量（還元剤の基本供給量）
Vnox	検出値（N O x 検出器の検出結果）
Vnox_hat	検出値の推定値
Vnox_hmin	極小値（極値）
Vex	排気ガスボリューム
Vnoxb	検出値（上流側 N O x 検出器の検出結果）

【書類名】 図面

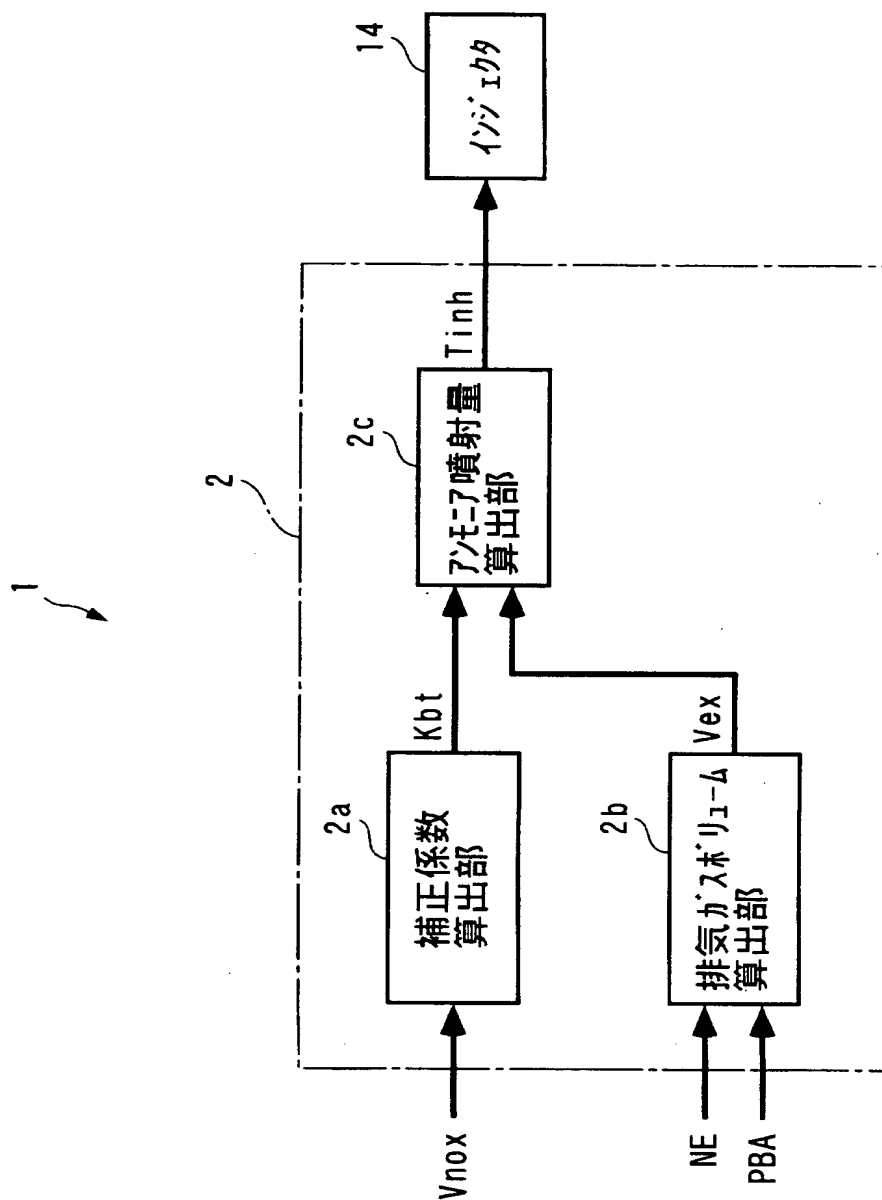
【図 1】



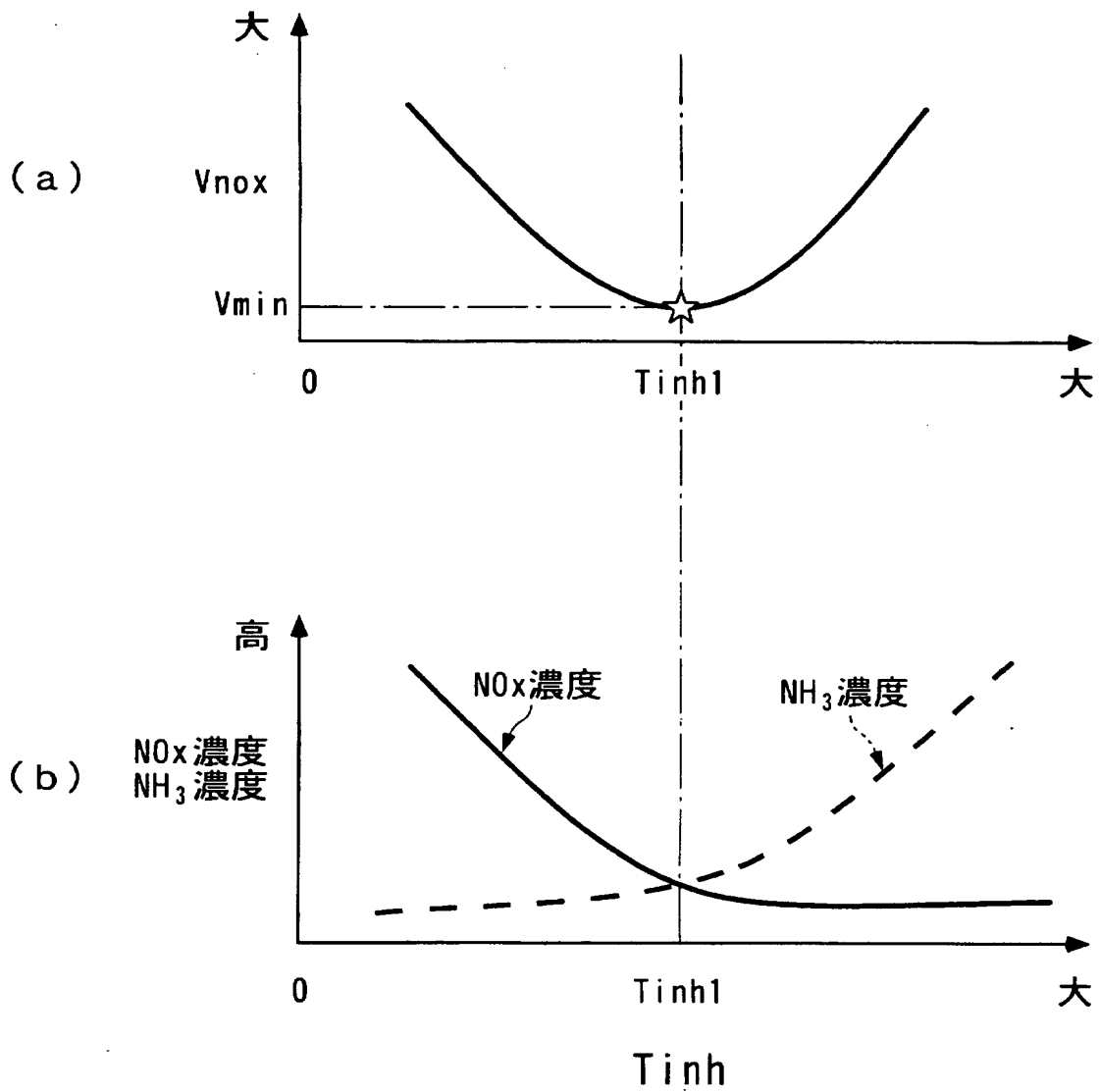
【図 2】



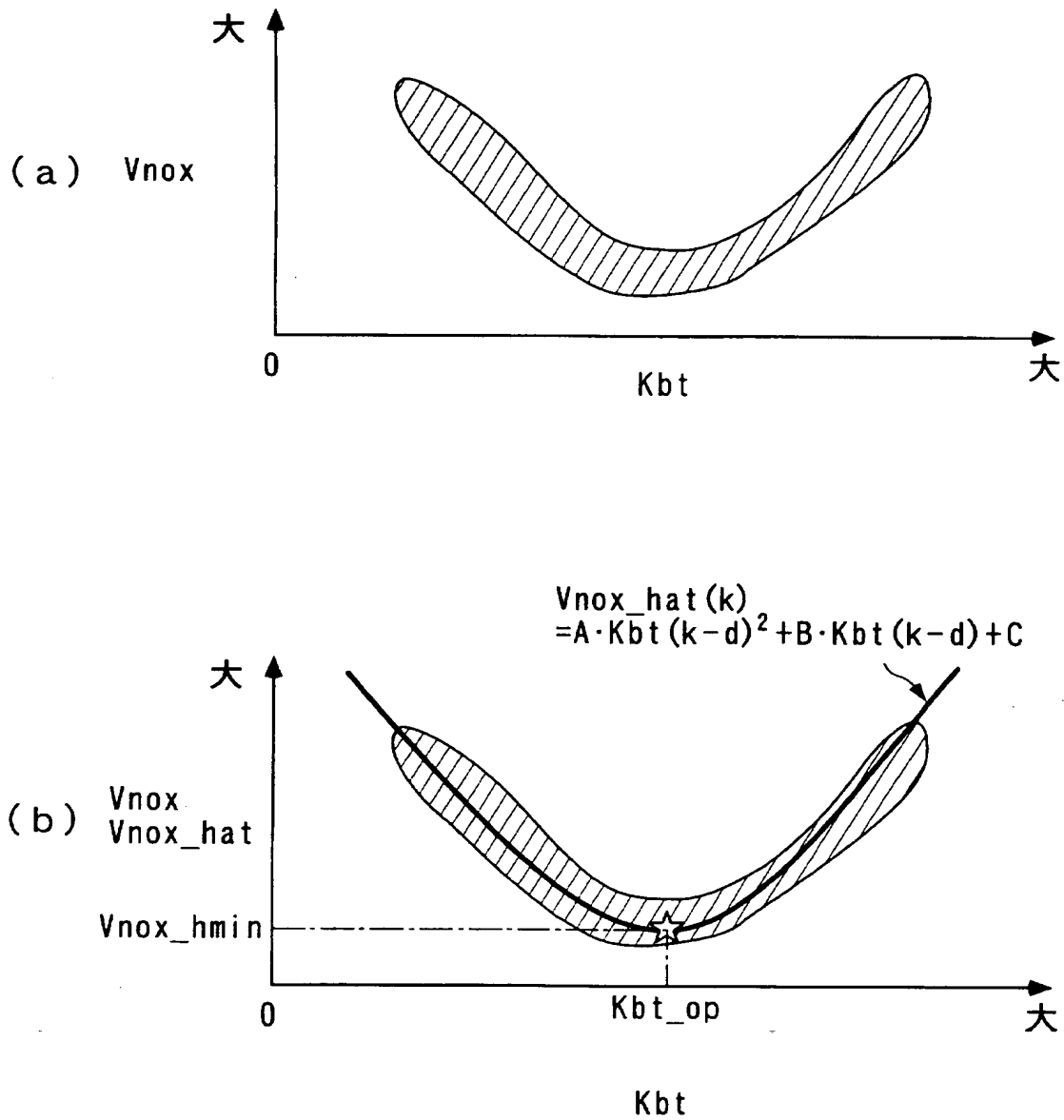
【図 3】



【図4】



【図 5】



【図 6】

$$V_{\text{nox_hat}}(k) = A \cdot Kbt(k-d)^2 + B \cdot Kbt(k-d) + C \quad \dots\dots (3)$$

$$\theta(k) = \theta(k-1) + KP(k) \cdot ide(k) \quad \dots\dots (4)$$

$$\theta(k)^T = [A, B, C] \quad \dots\dots (5)$$

$$ide(k) = V_{\text{nox}}(k) - V_{\text{nox_hat}}(k) \quad \dots\dots (6)$$

$$V_{\text{nox_hat}}(k) = \theta(k-1)^T \cdot \zeta(k) \quad \dots\dots (7)$$

$$\zeta(k)^T = [Kbt(k-d)^2, Kbt(k-d), 1] \quad \dots\dots (8)$$

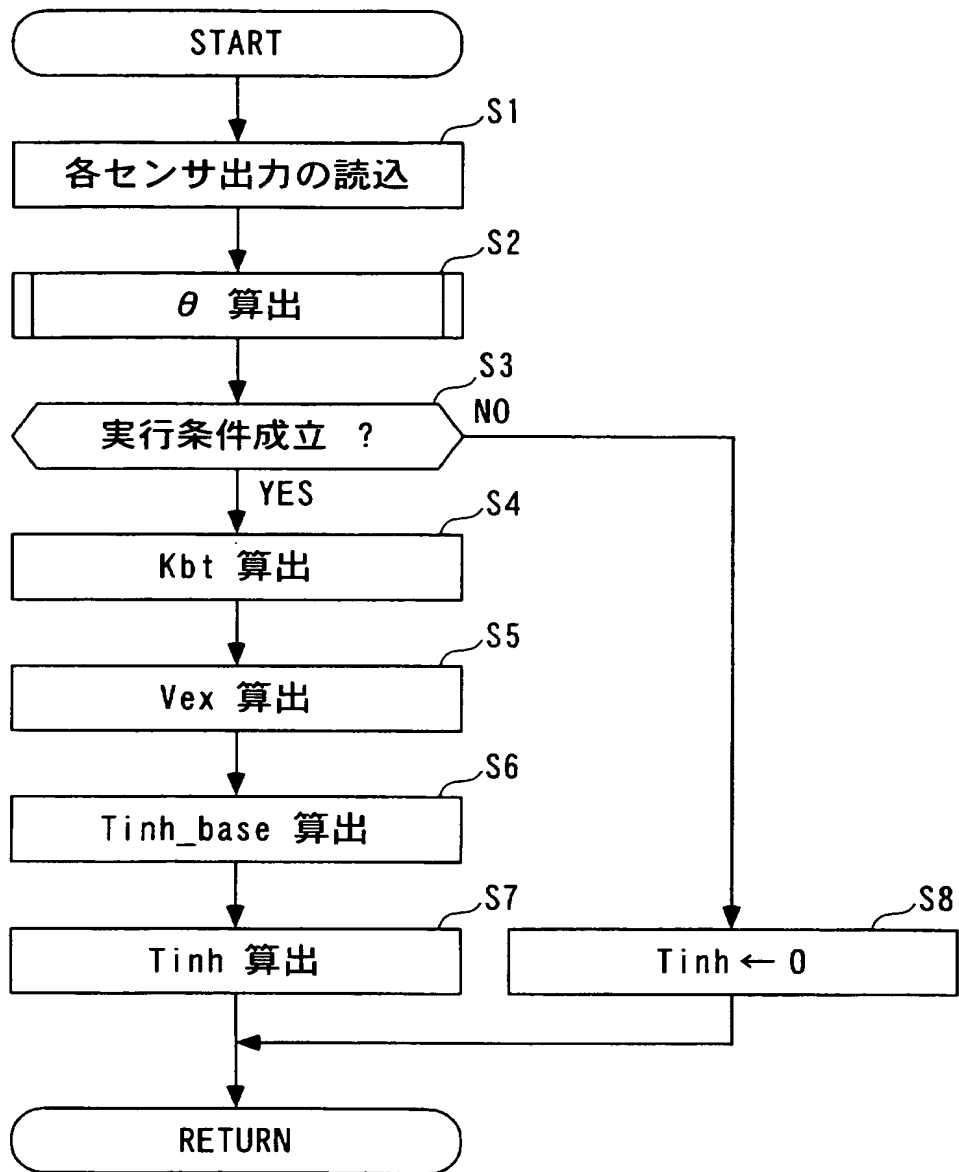
$$KP(k) = \frac{P(k) \cdot \zeta(k)}{1 + \zeta(k)^T \cdot P(k) \cdot \zeta(k)} \quad \dots\dots (9)$$

$$P(k+1) = \frac{1}{\lambda_1} \cdot \left(I - \frac{\lambda_2 \cdot P(k) \cdot \zeta(k) \cdot \zeta(k)^T}{\lambda_1 + \lambda_2 \cdot \zeta(k)^T \cdot P(k) \cdot \zeta(k)} \right) \cdot P(k) \quad \dots\dots (10)$$

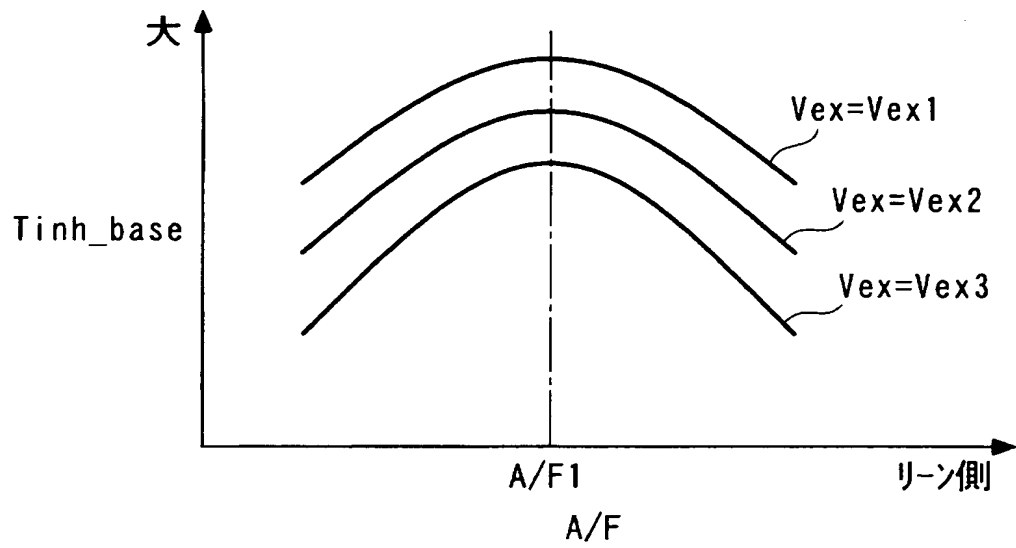
I : 単位行列

 λ_1, λ_2 : 重みパラメータ

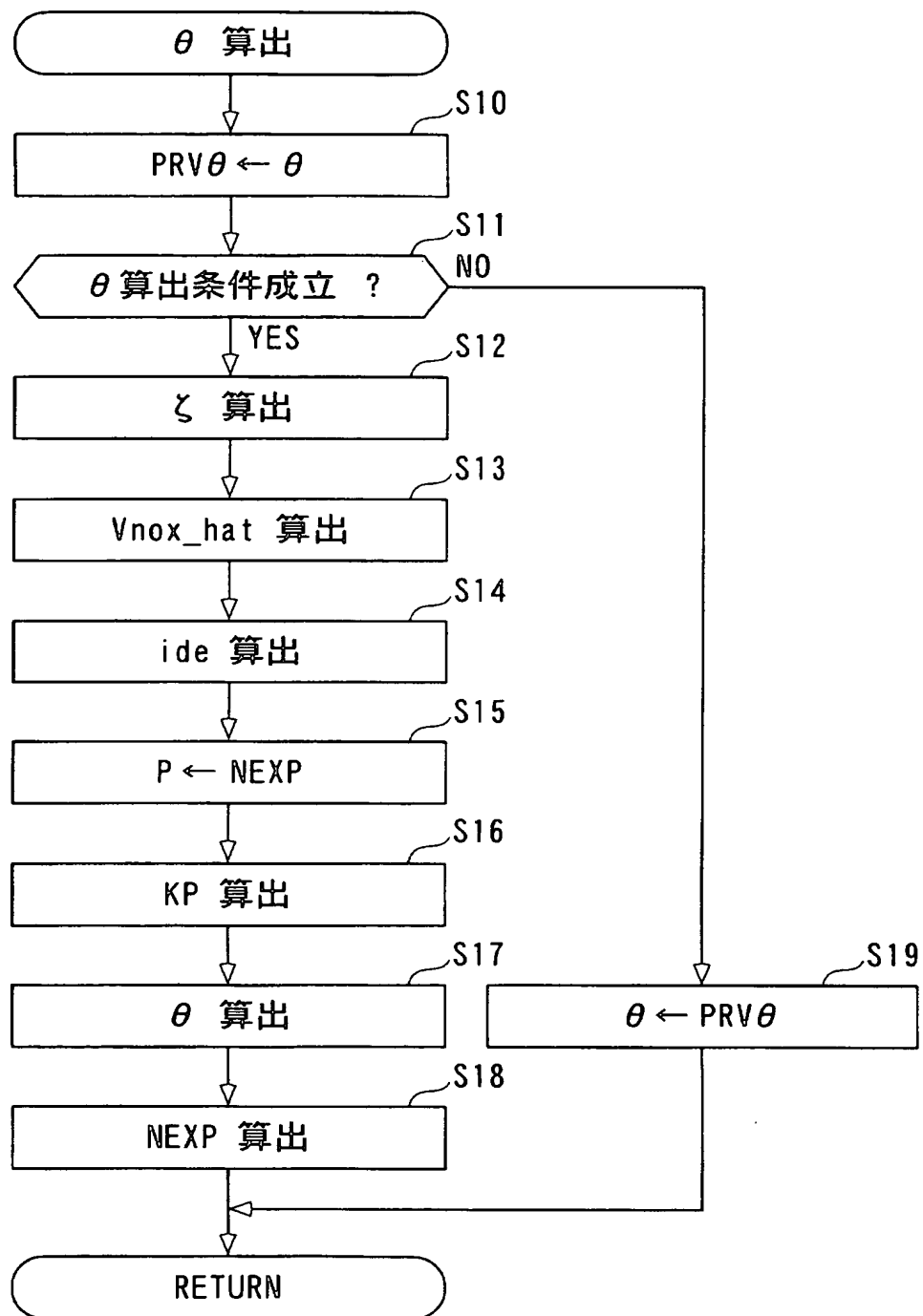
【図 7】



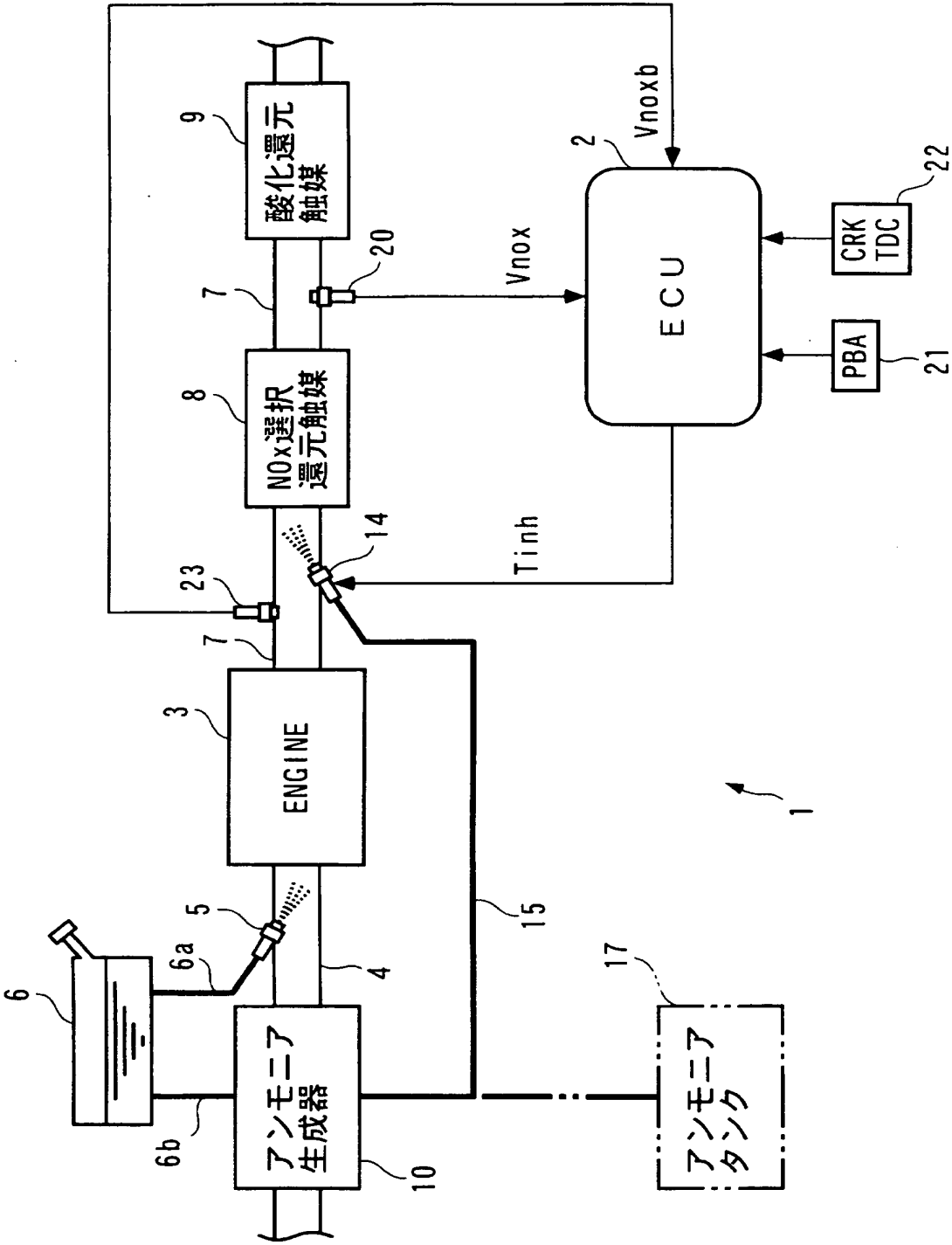
【図 8】



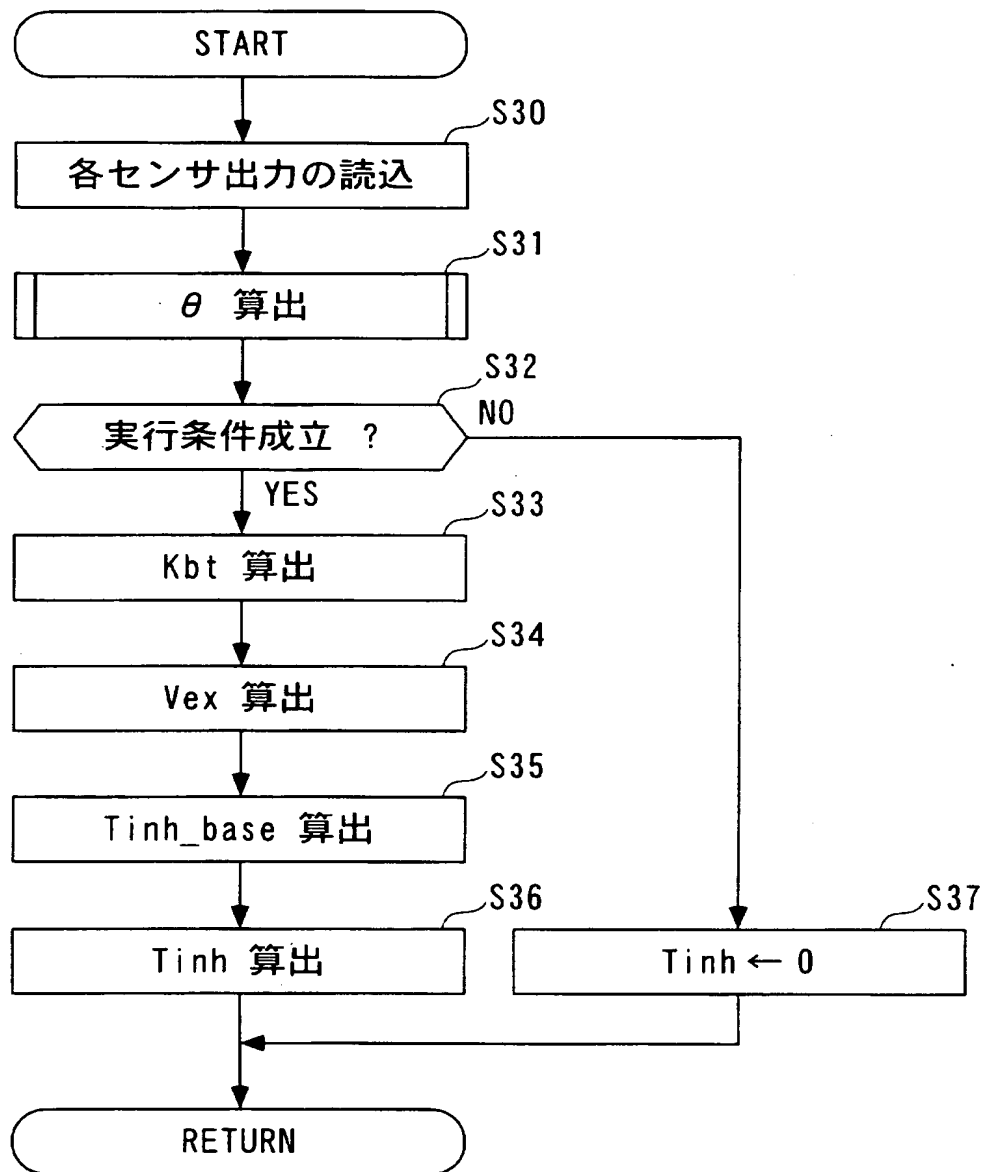
【図 9】



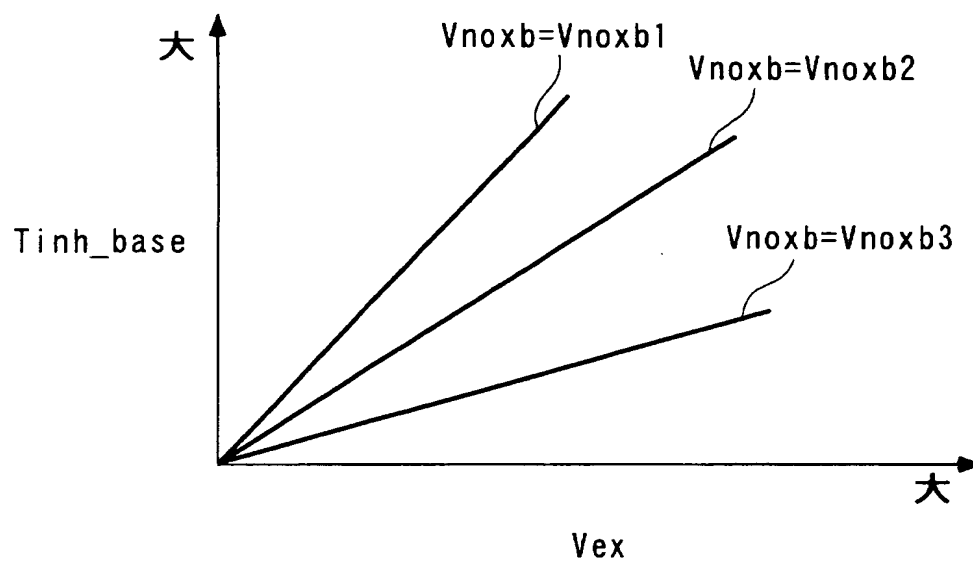
【図 10】



【図 11】



【図 12】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 NO_x 選択還元触媒への還元剤の供給量を適切に決定でき、良好な排気ガス特性を確保することができる内燃機関の排気ガス浄化装置を提供する。

【解決手段】 排気ガス浄化装置 1 は、ECU 2 と、排気管 7 の排気ガス中の NO_x をアンモニアの存在下で浄化する NO_x 選択還元触媒 8 と、排気管 7 の NO_x 選択還元触媒 8 よりも下流側に設けられ、排気ガス中の NO_x 濃度を検出する NO_x センサ 20 と、アンモニア生成器 10 で生成されたアンモニアを NO_x 選択還元触媒 8 に供給するインジェクタ 14 とを備える。ECU 2 は、NO_x センサ 20 の検出値 V_{nox} の推定値 V_{nox_hat} が極小値 V_{nox_hmin} になるように、インジェクタ 14 による NO_x 選択還元触媒 8 へのアンモニア噴射量 T_{inh} を決定する（ステップ 2，4～7）。

【選択図】 図 7

特願 2 0 0 3 - 0 3 9 3 6 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 5 3 2 6]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 9 月 6 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都港区南青山二丁目 1 番 1 号

氏 名

本田技研工業株式会社